

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air lindi adalah cairan yang terbentuk ketika air hujan atau air lain merembes melalui timbunan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA), sehingga mengangkut berbagai senyawa organik, anorganik, dan berbagai jenis mikroorganisme dari material yang dilaluinya (Permono, 2024). Komposisi air lindi sangat bervariasi tergantung pada usia timbunan sampah, iklim, dan sistem pengelolaan TPA, namun secara umum memiliki kandungan COD dan BOD yang tinggi, amonium, logam berat, serta zat berwarna gelap yang menunjukkan tingginya bahan organik terlarut (Virdha Najuba Murtafaqoh, 2022). Keberadaan mikroorganisme indigenous di dalam air lindi dapat menjadi tantangan bagi proses pengolahan, karena beberapa di antaranya bersifat patogen atau bersaing dengan mikroba yang diinginkan dalam fermentasi. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan awal (*pretreatment*) seperti pemanasan untuk mengurangi jumlah mikroba kompetitor sebelum proses fermentasi dimulai.

Pemanfaatan air lindi sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik cair (POC) menjadi sebuah inovasi yang dapat mengonversi limbah menjadi produk yang memiliki nilai tambah, sekaligus mengurangi dampak lingkungan akibat pembuangan langsung air lindi ke badan air (Permono, 2024). Air lindi memiliki potensi nutrien seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman setelah melalui proses pengolahan yang tepat (Virdha Najuba Murtafaqoh, 2022). Beberapa penelitian di Indonesia telah menunjukkan bahwa pengolahan air lindi dengan metode biologis, termasuk fermentasi menggunakan inokulum mikroba, mampu menurunkan polutan organik sekaligus memperkaya kandungan unsur hara dalam produk akhir (Permono dkk., 2024; Virdha Najuba Murtafaqoh, 2022).

Pseudomonas fluorescens merupakan salah satu mikroorganisme yang memiliki potensi besar untuk berperan dalam proses ini. Bakteri ini termasuk kelompok *plant growth-promoting rhizobacteria* (PGPR) yang dapat meningkatkan

ketersediaan hara bagi tanaman, memproduksi metabolit sekunder seperti siderofor dan hormon tumbuh, serta berperan dalam pengendalian hayati penyakit tanaman (Probowati dkk., 2021). Selain itu, *P. fluorescens* memiliki kemampuan mendegradasi senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana, sehingga proses fermentasi menjadi lebih efisien. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa penambahan *P. fluorescens* pada fermentasi bahan organik dapat meningkatkan kandungan N, P, dan K pada POC, serta meningkatkan jumlah mikroba menguntungkan di dalamnya (Permono dkk., 2024).

Pupuk organik cair (POC) sendiri merupakan larutan hasil fermentasi bahan organik yang kaya unsur hara dan mikroba hidup, serta mudah diaplikasikan langsung pada tanaman melalui daun atau akar (Virdha Najuba Murtafaqoh, 2022). Keunggulan POC dibanding pupuk padat adalah ketersediaan hara yang lebih cepat diserap tanaman dan kemudahan aplikasi di berbagai jenis lahan. Kualitas POC dipengaruhi oleh bahan baku, jenis dan jumlah inokulum, waktu fermentasi, serta kondisi lingkungan selama proses (pH, suhu, oksigen).

Untuk menghasilkan POC yang konsisten dan bermutu tinggi, diperlukan pemahaman mendalam mengenai kinetika laju pertumbuhan mikroba yang digunakan. Kinetika pertumbuhan mikroba meliputi parameter seperti konstanta laju pertumbuhan spesifik (μ), fase lag, fase eksponensial, serta nilai μ_{max} yang menunjukkan laju pertumbuhan maksimum pada kondisi optimal. Pengetahuan ini penting untuk menentukan waktu inokulasi, dosis inokulum, dan lama fermentasi agar *P. fluorescens* dapat tumbuh dominan, meminimalkan pertumbuhan mikroba kompetitor, dan mengoptimalkan proses dekomposisi bahan organik. Penelitian di Indonesia pada bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Bacillus* sp. menunjukkan bahwa variasi pH dan konsentrasi substrat secara signifikan memengaruhi nilai μ dan hasil akhir proses fermentasi. Dengan demikian, integrasi analisis kinetika pertumbuhan ke dalam proses fermentasi air lindi akan sangat membantu dalam merancang strategi optimasi yang berbasis data ilmiah.

Melalui penelitian ini pengelolaan air lindi tidak hanya menjadi solusi terhadap permasalahan pencemaran lingkungan, tetapi juga berkontribusi dalam menyediakan alternatif pupuk organik berbasis sumber daya lokal yang

berkelanjutan. Selain itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi penting bagi studi-studi berikutnya mengenai pemanfaatan air lindi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dipilih pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinetika pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens*?
2. Bagaimana pengaruh penambahan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam karakteristik fisik air lindi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinetika pertumbuhan bakteri *Pseudomonas fluorescens*.
2. Menganalisis karakteristik fisik air lindi hasil fermentasi dengan bakteri *Pseudomonas fluorescens*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian skripsi, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Memberikan solusi alternatif dalam pemanfaatan air lindi menjadi pupuk organik cair yang aman dan bernilai guna bagi sektor pertanian.
2. Membantu mengurangi potensi pencemaran lingkungan dari air lindi melalui proses biofermentasi menggunakan bakteri *Pseudomonas fluorescens*.
3. Menambah referensi ilmiah dalam bidang teknik lingkungan, khususnya terkait pengolahan limbah cair organik melalui proses fermentasi.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian skripsi ini, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan isolat bakteri *Pseudomonas Fluorescens* yang diperoleh dari lingkungan alami seperti tanah subur, kompos matang, atau air rawa.
2. Air lindi yang digunakan berasal dari lokasi Tempat Pengolahan Sampah (PDU Jambangan).

3. Evaluasi hasil fermentasi dilakukan dengan mengukur karakteristik fisik dan kimia pupuk organik cair.
4. Penelitian ini secara mendalam kinetika pertumbuhan bakteri maupun laju degradasi polutan, dan menganalisis hasil fisik fermentasi air lindi.